

материала ограждающей конструкции;  $\delta$  – толщина ограждающей конструкции;  $\Delta x$  – шаг по координате;  $\Delta \tau$  – шаг по времени.

В расчетном примере было рассмотрено здание, которое состоит из одного помещения, где материал стен – бетон, все ограждающие конструкции – наружные. Высота стен – 2,7 м, длина и ширина стен – 5 м. Имеется 2 окна ( $F_{\text{окна}} = 4,15$  м). Отопление осуществляется с помощью чугунных радиаторов (скорость течения воды в радиаторе принимается равной 0,001 м/с). Нагрев при постоянной температуре отопительных приборов.

Начальные условия:

1. Температура наружного воздуха ( $t_{\text{вн}} = 0$  °C).
2. Температура внутреннего воздуха ( $t_{\text{н}} = 0$  °C).
3. Количество секций чугунных радиаторов ( $N_{\text{секций}} = 15$ ).
4. Температура теплоносителя в отопительном приборе ( $t_{\text{теплонос}} = 55$  °C).

Алгоритм расчета был реализован в среде MatLab. Результаты представлены в виде следующих графиков (рис. 1, 2).

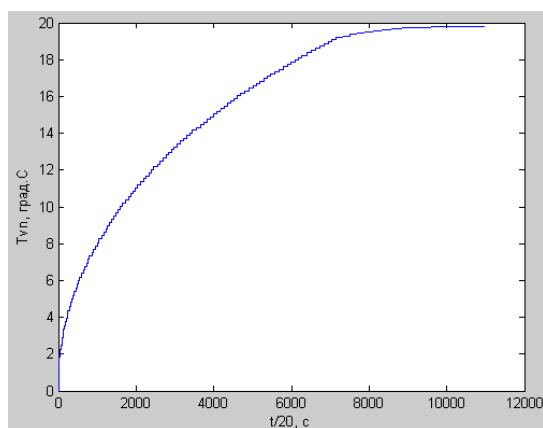


Рис. 1. График зависимости температуры внутреннего воздуха от времени

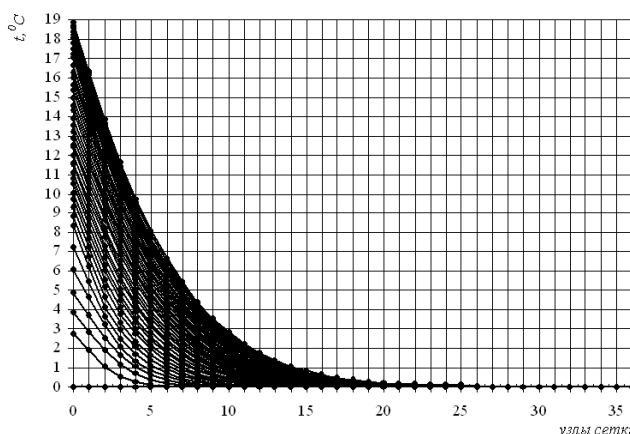


Рис. 2. Изменение температурного поля стенки со временем

Результаты расчетов показали, что нагрев воздуха до 19,8 °C произошел за 64,3 ч (2,7 сут.).

Таким образом, ограждающие конструкции могут играть существенную роль в энергосбережении, сохраняя необходимую комфортную температуру внутреннего воздуха при реализации прерывистого отопления.

#### Библиографический список

1. Мухачев Г.А. Термодинамика и теплопередача / Г.А. Мухачев, В.К. Щукин. М.: Высшая школа, 1991. 480 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ИЗЛУЧАЮЩЕЙ ТРУБЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕЕ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ

Сумин А.Д.  
УрФУ, a.d.sumin@yandex.ru

Значительные достижения металлургической промышленности в последние годы обусловлены использованием современных методов исследования и

контроля, позволивших значительно углубить представления о металлургических процессах.

Несмотря на быстрое развитие новых отраслей промышленности, металлургия сохраняет и долго еще будет сохранять свое преимущественное положение в современной индустрии.

Существуют такие виды термической обработки, в которой не должна окисляться поверхность, т.е. обработка ведется с целью улучшения прочностных свойств изделия. Термообработка, имеющая целью изменить структуру и свойства металла в требуемом направлении, широко применяется в машиностроении. Большинство изделий проката железоуглеродистых сплавов подвергается длительной термообработке в муфельных, шахтных, колпаковых, проходных печах с газовым или электрическим нагревом.

В настоящее время более распространены печи с закрытым факелом, который можно закрыть специальными излучающими трубами. Такие трубы очень распространены как на западе, так и у нас в стране.

На рынке представлены излучающие трубы в различных видах исполнения и наиболее часто встречающиеся из них показаны на рис. 1. Прямые, U-образные трубы и тупиковые трубы-оболочки выполняются не только из специальных легированных сплавов, но также из керамики, преимущественно химически связанного SiSiC. Излучающие трубы из керамики, достаточно стойкие и успешно сопротивляющиеся воздействию высоких температур и тепловых ударов, имеют хорошую прочность даже при высоких температурах. Недостатков керамических излучающих труб не так много: плохо переносят механическое воздействие, трубы с рециркуляцией сложны в эксплуатации.

В основном, в промышленности применяют тупиковые излучающие трубы. На одной из нагревательных печей Синарского трубного завода фирмы «EBNER» установлено 50 тупиковых излучающих труб с рекуперативными горелками REKUMAT C150.

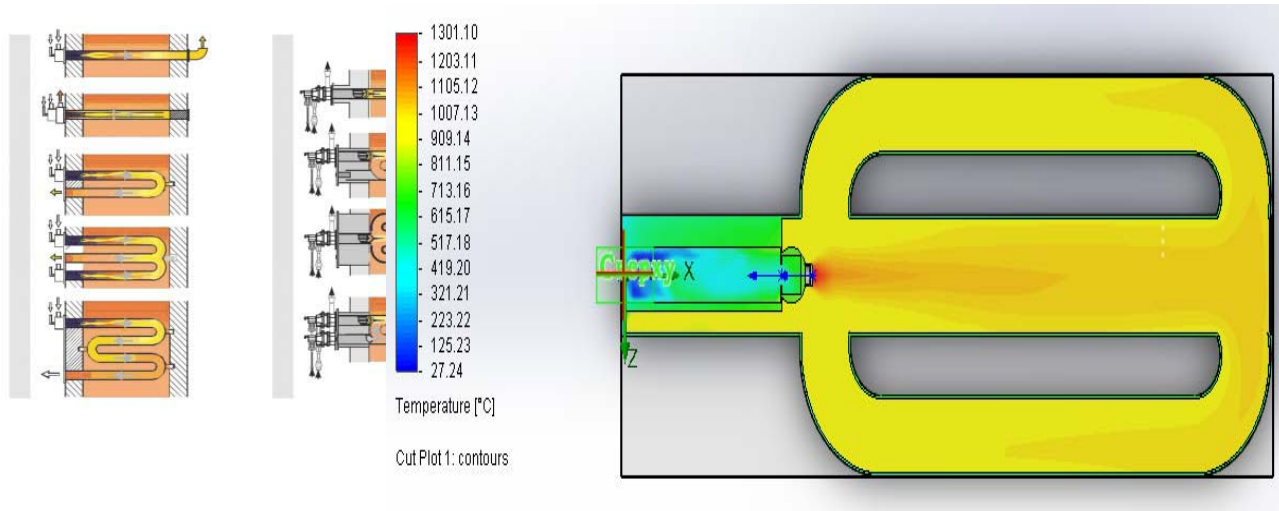


Рис. 1. Виды излучающих труб

Своей задачей определи равномерный нагрев излучающей трубы и сокращение затрат на природный газ за счет выбранной формы. Выбор был сделан на Ф-образную излучающую трубу. Благодаря ее форме рециркуляция уходящих газов гораздо больше способствует нагреву внешней поверхности излучающей трубы. Температурное поле трубы было проверено путем компьютерного анализа в программе SolidWorks. Равномерность нагрева Ф-образной излучающей трубы показана на рис. 2.

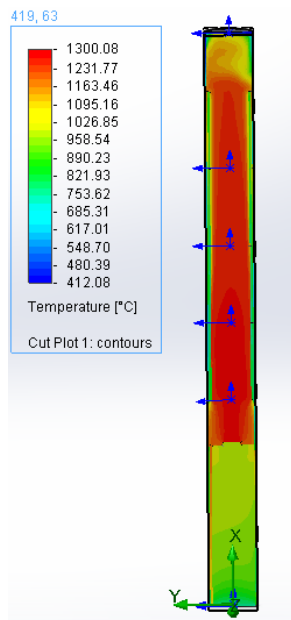


Рис. 2. Равномерность нагрева Ф-образной излучающей трубы

Для того чтобы нагреть Ф-образную трубу, необходима горелка большей тепловой мощности, чем используемая горелка у тупиковой трубы REKUMAT C150 – 40 кВт, такая как REKUMAT CX 200 – 80 кВт. Расчеты тепловых балансов тупиковой и Ф-образной трубы и их основные показатели приведены в табл. 1 и 2. Одна такая Ф-образная труба эквивалентна приблизительно трем тупиковым излучающим трубам и приведет к сокращению расхода газа, как это показано в сравнительной таблице тепловых балансов тупиковой и Ф-образной труб и основных показателей.

Таблица 1

Итоги расчетов тепловых балансов для тупиковой и Ф-образной трубы

Приходные данные	кВт		%	Расходные данные	кВт		%
1. Химическое тепло топлива	Т	500,43	82,52	Потери с уходящими газами	Т	224,62	37,04
	Ф	2068,14	82,52		Ф	928,28	35,62
2. Физическое тепло подогретого воздуха	Т	105,52	17,4	Потери теплоты с химическим недожогом	Т	2	0,32
	Ф	436,10	17,4		Ф	8,27	0,33
3. Физическое тепло подогретого топлива	Т	0,463	0,08	Потери тепла теплопроводностью	Т	379,84	62,64
	Ф	1,91	0,08		Ф	1605,34	64,06
Итого:	Т	606,413	100	Итого:	Т	606,413	100
	Ф	2506,15			Ф	2506,15	

Основные показатели работы тупиковой и Ф-образной трубы

Расход природного газа на печь, м <sup>3</sup> /ч	Т	3889,2
	Ф	3556,4
Коэффициент использования тепла, %	Т	62,63
	Ф	64,63
Коэффициент топливный полезного действия, %	Т	62,73
	Ф	62,84

Как показали итоги расчетов и компьютерное моделирование, выбор Ф-образной радиационной трубы позволит сократить расход газа, подаваемого на печь, почти на 8,5 %, по сравнению с применением тупиковых излучающих труб; кроме того, получили равномерный нагрев трубы. Так можно сократить металлоемкость печи и уменьшить время обслуживания печи в капитальном ремонте.

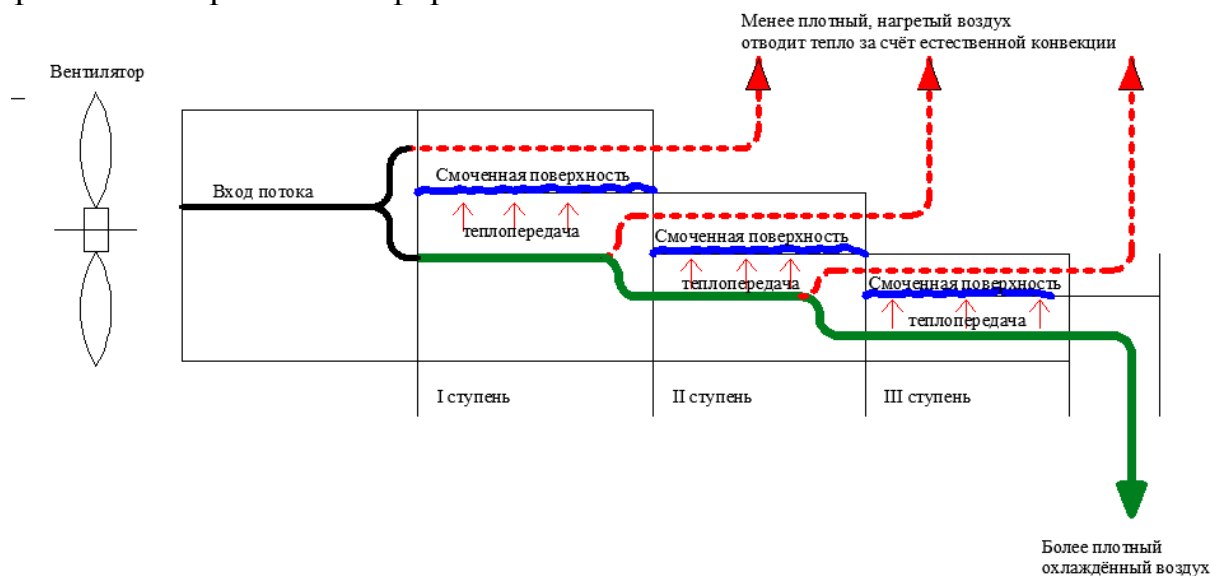
## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИКЛА МАЙСОЦЕНКО В КОНДЕНСАТОРАХ СИСТЕМ ПАРОКОМПРЕССИОННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Таранун А.С.

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет

tarapoon@gmail.com

М-цикл – термодинамический цикл, разработанный В.С. Майсоценко относительно недавно, в настоящее время применяется в системах кондиционирования воздуха жилых и общественных зданий. Ввиду своей простоты считается наиболее перспективным в экономичном и экологичном отношении [1], наибольшую популярность М-цикл получил в установках заливного кондиционирования американской фирмы “Coolerado”.



Принципиальная схема М-цикла

Принцип действия цикла основан на эффекте Джоуля-Томсона, из базового курса физики известно, что при торможении газового потока о пористую перегородку происходит передача кинетической энергии молекул газа перегородке, в результате трения силы межмолекулярного взаимодействия ослабева-